

環境制約を取り入れたマクロ経済モデルの 理論的検討—P.Lawn モデルについて

Theoretical Considerations on Incorporating an
Environmental Equilibrium curve into the IS-LM Model

大 橋 迪 男
Oohashi, Michio

ABSTRACT

“The environmental concerns should not remain the exclusive domain of microeconomic analysis.” Recently an ecological economist named Philip Lawn published firstly the environmental macroeconomic analysis incorporated with an environmental equilibrium curve into the IS-LM macromodel (IS-LM-EE model). In this paper I shall introduce the outline of Lawn’s modelbuilding and his comparative static analysis in detail. Lastly some remaining problems in his paper are pointed out and a little consideration on the IS-LM-EE model will be added.

1. はじめに

今から 10 年以上も前に、環境経済学者 Daly [3] は、既存のマクロ経済学の理論モデルに環境制約をとり入れて統合した経済モデルの作成とそれによる政策分析の必要性を訴えた。彼によれば、それまで環境要因がマクロ経済モデルに統合されて政策分析されることは少なく、グリーンな国民経済計算体系についてや生態学的な税制改革に関する活発な研究に比べて明らかに立ち遅れていたのである。そこで「環境マクロ経済学」の発展をうながすために、次の 2 つの研究テーマの設定が彼によってなされた。

第1は、マクロ経済活動を維持するために必要な物質・エネルギーのスループット（投入原料）が自然環境の持つ環境再生と汚染の同化吸収能力を上まわらないという条件の下で、実現可能となる最大のマクロ経済成長率はどのように決定されるか？という研究である。

第2は、分析の視野をより広い社会経済面まで広げた上で、経済成長のもたらす追加的便益が追加的コストを超えない範囲で、即ちマクロの経済成長が生みだす経済的厚生（＝便益－費用）が減少し始めない条件の下でのマクロ経済成長率の大きさはどのように決定されるのか？という研究である。

Daly の判断するところによれば、上の第2の研究をこれまでマクロ経済学が取り扱ってこなかった理由は、マクロ経済学者のミクロ経済学に対する^{そご}齟齬の姿勢にあると考えられるのである。周知のようにミクロ経済学は最適規模という概念に大きく依存している。企業の最適生産水準の決定であれ、労働者個人の最適労働時間の決定であれ、ミクロ経済分析は限界便益が限界費用を超えるならばその活動規模を増加させるべきであり、ひとたび両者が等しくなれば規模拡大が停止されて最適規模が達成され则认为する。だが彼によれば、マクロ経済学のミクロ的基礎に注目が払われることがあったにもかかわらず、マクロ経済学全体としてみればこの最適性についての理論を取り入れることが少なく看過してきたと考えられるのである。⁽¹⁾

もちろん Daly の指摘する2つの研究課題が全く無視されてきたわけではない。第1の研究課題については、エコロジカル・フットプリント（生態学的足跡）という環境指標が新しく開発され、いろいろな国家や地域のレベルで試算がされ、経済活動を支える自然環境の物的制約について貴重な示唆をもたらしてきた。この指標は、マクロ経済活動がその「持続可能な」⁽²⁾最大規模を超えてしまっているのではないかを判定するために、一国または一地域で利用可能な生態学

（1）Daly の問題提起（1981年）以後マクロの動学的最適性をとり扱う分析が環境問題についてもみられるが、ここでは割愛する。

（2）「持続可能な」経済発展についてのさまざまな定義とその検討については、Lawn [6] 第2章を参照。

的な資源存在量について比較検討をおこなうものであった。

また Daly の第 2 の研究課題については、国民経済レベルでの経済活動のもたらす広義での社会的便益と社会的費用を識別・測定して吟味検討する試みがエコロジカル経済学者によって取り組まれてきている。その試みの成果としては、「持続可能な経済厚生指数」(Index of Sustainable Economic Welfare. ISEW) や「真正な進歩の指標」(Genuine Progress Indicator. GPI) などがあげられよう。⁽³⁾

こうした成果にもかかわらず惜しまれることは、エコロジカル・フットプリントの数量的研究や持続可能な経済厚生指標の提案が標準的なマクロ経済モデルと切り離されたまま環境要因のマクロ経済モデルへの理論的統合分析がおこなわれていないため、Daly の言う「環境マクロ経済学」の要請に対する満足な回答となっていないことである。そしてこの要請に応える試みの 1 つこそ、本稿で紹介されることになる Heyes [5] によって先導され Lawn [6] によって拡充された「環境均衡 Environmental Equilibrium (以下 EE)」曲線の伝統的 IS-LM モデルへの導入と統合の分析にほかならない。EE 曲線という新しく環境制約を示す曲線の IS-LM モデルへの導入によって、金融・財政の両政策に及ぼす環境制約の影響がモデル分析されうるのである。

本稿の構成は前後の 2 部に分かれている。前半部では、環境制約 EE 曲線を取り入れた IS-LM モデルの研究の展開が Lawn の最新の成果に依拠して詳細に紹介される。第 2 節では Lawn に先立って Heyes の仕事があることを述べた上で両者の差異点にも注意を払いながら、IS-LM-EE モデルの構成が説明され、環境均衡 EE 曲線の位置形状や傾きなどが明らかにされていく。さらに EE 曲線は、マクロ経済活動水準がこの曲線を超えて拡大していく場合に、その経済活動水準を EE 曲線の水準まで引き戻すようなフィードバック調整作用が制度的に働いてこそ大きな価値を持つものとなる。そうした制度的調整メカニズムを生み出すためには、利用される資源についての取引量許可制度の成立と環境保全を担保するための債券売買システムが必要であることが続いて述べられる。

(3) こうした持続可能性に関する統計指標についての詳細は、Lawn [6] 第 6 章を参照。

第3節においては、第2節で構成が説明された IS-LM-EE モデルの分析図形によって、拡張的な財政政策と金融政策が採用された場合に実質生産高にどのような影響がもたらされるかについての比較静学分析が明らかにされる。これらの分析においては、財政・金融の両政策が連動して同時に作用する場合（これを Heyes の立場のケースと呼ぶ）と、両政策が別々に働き連動する作用が生まれない場合（これを Lawn の立場のケースと呼ぶ）とに分けて検討がなされている。

第4節においては、以上で示された Lawn によるあざやかな推論による IS-LM-EE モデルの提示と分析にもかかわらず、残された幾つかの問題点が指摘されて検討される。Lawn モデルの圧巻はなんといっても EE 曲線の導出とモデルへの導入にあるのであるが、現実社会の場面でその具体的な数量的裏付けを示していくためには、困難な課題を幾つか含んでいることが検討される。もちろん数量的裏付けに難点を含むとはいえ、Lawn モデルが「環境マクロ経済モデル」の重要な貢献であることは言うまでもない。

2. IS-LM-EE モデルの構成

先ず Lawn は、Heyes [5] の IS-LM モデルからその分析を出発させている。Heyes のこの IS-LM モデルは、Blanchard [2] 等によって提示された伸縮的価格変数を取り入れた IS-LM モデルと同じ内容を持っている。

ここで、以下のモデル分析の枠組みで用いられる諸変数を示しておこう。

Y = 実質生産高（実質 GDP）

A = 財に対する総支出額

λ = 長期の実質利子率

δ = 短期の実質利子率

i = 短期の名目利子率

π^* = 期待インフレ率

G = 独立的な政府支出

L = 名目貨幣残高の需要額

M = 名目貨幣残高の供給額

P = 一般的物価水準

t = 時間

R = 物質・エネルギーの総スループット（投入量。低エントロピーの資源投入量と高エントロピー廃棄物の産出量）

E = 生産における技術的効率比率。但し $0 < E < 1$

η = 資源利用者と環境汚染者双方によって生みだされる資源枯渇の程度や汚染除去費用の大きさを総合的に示す制度的パラメーター。但し $0 \leq \eta \leq 1$

β = 資源の節約と汚染の除去削減をもたらす技術進歩の総合的水準を示す技術的パラメーター。但し $0 \leq \beta \leq 1$

r = 自然資本の再生率

N = 自然資本の物的ストック量

以上の記号の定義に続いて、Lawn は IS, LM, EE の 3 つの曲線を次のように導いている。

① IS 曲線

消費財への家計支出と生産財への企業家の投資支出は長期実質利子率 λ の影響を受けると想定される。また、総需要支出額の変化に対する実質生産高 Y の調整スピードがゆるやかであると仮定すれば、財全体に対する総支出額を A (λ, Y, G) と表せば、

$$\frac{dY}{dt} = \phi[A(\lambda, Y, G) - Y] \quad (1)$$

これを書き換えれば

$$\frac{dY}{dt} = \phi[A(\lambda, Y, G)] \quad (2)$$

但し、 $\phi_\lambda < 0$ で $\phi_Y < 0$ 。もし財市場が均衡して $A = Y$ であれば、(2) 式は

$dY/dt = 0$ の時の (λ, Y) 平面における IS 曲線を示すことになる。この IS 曲線の傾きは、縦軸 λ 、横軸 Y の平面上で右下がりであり $-\phi_Y/\phi_\lambda$ と示され、負の値をとる。

拡張的財政政策が採られて G が増加する時、この右下がりの IS 曲線は右方向にシフトする。

②LM 曲線

LM 曲線を導くためにはまず、経済主体が合理的に期待形成をしておりリスク中立的であることが想定される。この時資産保有者は、債権の短期名目報酬率とコンソル公債⁽⁴⁾の実質報酬率 λ を等しくするように行動するため、次式が成り立つと考えられる。

$$\lambda - \frac{d\lambda/dt}{\lambda} = \delta \quad (3)$$

ところが $\delta = i - \pi^*$ であるから代入して、

$$\lambda - \frac{d\lambda/dt}{\lambda} = i - \pi^* \quad (4)$$

LM 曲線を導くための貨幣市場の均衡条件は、貨幣需要額と貨幣供給額が等しいことにほかならないから

$$M/P = L(i, Y) \quad (5)$$

この (5) 式に (4) 式を代入すれば、次の貨幣市場の均衡条件式が導かれる。

$$\frac{M}{P} = L\left(\lambda - \frac{d\lambda/dt}{\lambda} + \pi^*, Y\right) \quad (6)$$

この (6) 式は $d\lambda/dt = 0$ 時、縦軸 λ 、横軸 Y の (λ, Y) 平面における LM 曲線を示している。LM 曲線の傾きはプラス値であり、名目貨幣供給量 M が増加する拡張的金融政策が採られるならば LM 曲線は右方向にシフトする。

(4) コンソル公債とは、永久確定利付公債のことである。元金の償還はないが、永久に利息が支払われる公債。かつてイギリスで発行されていた。

かくして標準的なマクロ経済学が説くように、財・貨幣市場からなるマクロ経済システムの一般均衡は、IS、LM 両曲線が交わり両市場のそれぞれでも均衡が達成される点の組み合わせ (λ , Y) によってもたらされるのである。

③EE 曲線

環境均衡 (Environmental Equilibrium) 曲線 (以下 EE 曲線) の形を求めるにあたって、まず技術進歩がない状態が想定される。同時に、マクロ経済活動の均衡生産高をもたらすために必要となる物質・エネルギーのスループット (投入量) が、自然環境自体にそなわった自然再生と汚染除去の能力を超えてしまっていると想定する。この想定の下においては、自然資本ストックは減少していくのであり、いずれ長期的には経済活動に必要なスループットの伸び率が保証されなくなると考えられ、生産高は「持続可能」ではない。

しかしながら技術進歩のない定常状態ではなく、生産技術にさまざまな改良と進歩が生まれる均衡成長の下においては、所与の生産高はより少ないスループットの投入によって維持可能となるのである。⁽⁵⁾ だが生産活動におけるこの技術的効率の向上や自然資本と人工的資本 (man-made capital) との補完作用の進展には、熱力学的な限界があると考えられている。それ故「持続可能性」が保証されるためには、自然および人工的両形態での資本ストックが残存し維持又は拡大されていることを最低限必要とすることになるのである。とりわけこの「手つかずの」自然資本が必ず残存維持される必要があるという要請こそが、「環境マクロ経済学」において IS-LM モデルに環境制約曲線 EE を導入してモデル分析を行う試みを必要にしているのである。かくして EE 曲線とは、自然資本による生態学上の限界を示す制約条件を示すのであるが、通常的环境基準とは異なり資源枯渇という制約をもなんらかの形で含んだものとなっている。

EE 曲線を具体的に導くために、Ayres [1] に従って生産過程における資源利用上の技術的効率 E を先ず定義する。

(5) この点についての詳細は、Lawn [6] 117 頁を参照。

$$E = \frac{\text{実質生産高}(Y)\text{中に体化された利用可能エネルギー}}{\text{資源のスループット}(R)\text{に体化された利用可能エネルギー}} \quad (7)$$

エコロジー経済学においては、自然資本と人工的資本は補完的であり代替的でないと考えられているため、この E の数値は必ず 1 より小さくなる。環境均衡においてこの E の値は、選択採用された生産技術の総体的水準を反映したものとなる。生産者が採用する生産技術がより資源集約的であったり、あるいは汚染水準を高めてしまいその除去活動にさらなる資源投入を必要とすれば、(7) 式で分母 R が大きくなって E の値は低下すると考えられる。ここで E の値は、長期実質利子率 λ 、制度的パラメーター η 、技術的パラメーター β の関数と考えられ、 $E = E(\lambda, \eta, \beta)$ と示される。

η と β の技術的効率 E に与える影響については、理論上では比較的明らかであると考えられるが、実質利子率 λ の影響についてはそうではない。しかし最終的には、実質利子率 λ が上昇する時採用される生産技術の限界費用が増加する反面で、その生産技術が生みだす限界便益には影響を及ぼすことがないと考えられる。かくして実質利子率が上昇する時、より汚染を生じたり資源浪費的であったりする非効率的な生産技術を多く残したままで生産活動による限界便益と限界費用を等しくしてしまうのである。

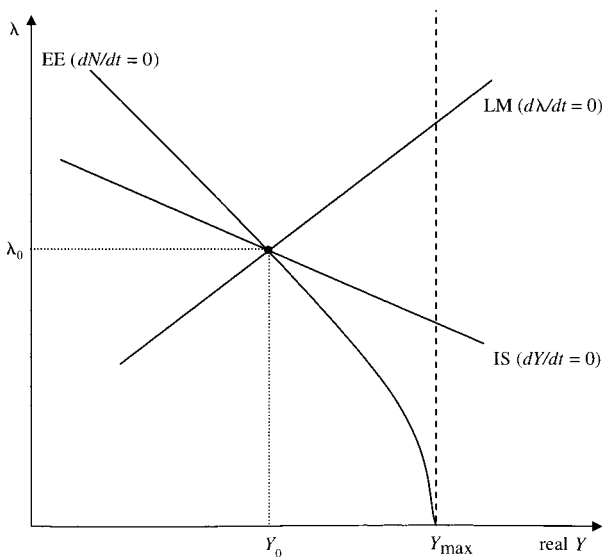
こうした考察によって、 λ の低い値と制度的パラメーター η の大きな値は、生産者にとっていくつかの採用可能な生産技術の選択肢の中からよりクリーンで資源節約的な生産技術を選択させていくのであり、技術的パラメーター β の値の増大は資源節約的で汚染の少ないより低コストの生産技術の選択採用をもたらすのである。かくして、 $E_\lambda < 0$ で $E_\eta > 0$ であり $E_\beta > 0$ となる。

先の (7) 式から、物質・エネルギーのスループットの総量 R は $R = Y/E$ と示されて、 $R_Y > 0$ で $R_E < 0$ であるから

$$R = \frac{Y}{E(\lambda, \eta, \beta)} \quad (8)$$

次に t 時点における自然資本の物質的存在量を N_t で示し、 $\gamma \cdot N_t$ の割合で再

第1図 環境マクロ経済均衡



(出所) Lawn [6] P.251 より

生すると考えれば、自然資本ストックの増加あるいは枯渇の純変化率は次式のように示される。

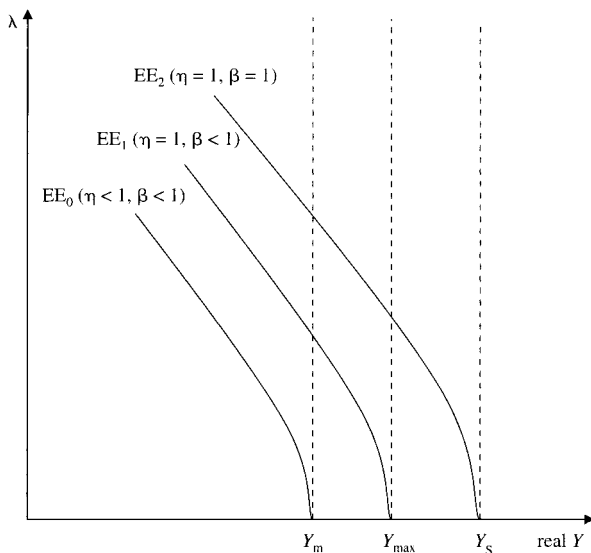
$$-\left(\frac{dN}{dt}\right) = R - \gamma \cdot N \quad (9)$$

$$\therefore -\left(\frac{dN}{dt}\right) = \frac{Y}{E(\lambda, \eta, \beta)} - \gamma \cdot N \quad (10)$$

ところが環境均衡点では自然資本ストックが手つかずのまま維持されることであったから、(10) 式において $dN/dt = 0$ を満たすような λ と Y の値の組み合わせが EE 曲線を示すことになるのである。この条件を満たせば、EE 曲線の傾きは次のように表わされる。

$$\frac{d\lambda}{dY} \Big|_{dN/dt=0} = \frac{E}{Y \cdot E_\lambda} \quad (11)$$

第2図 EE 曲線の位置とシフト



(出所) Lawn [6] P.252 より

E , Y の値はプラスであり, $E_\lambda < 0$ であるため EE 曲線の傾きはマイナスの値となる。だがこの右下がりの EE 曲線は, λ の値が小さくなるにしたがって急傾斜となって環境制約面から許容可能な最大生産量 Y_{\max} に到達するのである。その理由は次のように考えられている。

実質生産高が Y_{\max} に近づくにつれて, 汚染削減又は枯渇先送りのための限界費用は累積的に増加せざるをえないと考えられ, よりクリーンで資源節約的な技術を生みだすための限界費用も増大していかざるをえない。よりクリーンで資源節約的な優良技術を採用して企業利益を増加させていくためには, より低い実質利率の達成が必要となってくるのである。そして一度 Y_{\max} が到達されてしまえば, それ以上によりクリーンで資源節約的な生産技術への切り換えと採用はほとんど困難となってしまう, 利子率低下による実質生産高増大の効果は生みだされにくくなると考えられるのである (即ち, (11) 式で $E_\lambda \rightarrow 0$ の時

EE 曲線の傾き $\rightarrow\infty$)。

このような推論によって導出された EE 曲線を標準的な IS-LM モデル図に導入して示せば、第 1 図のようになる。もし 3 つの曲線のすべてがこの図のようにならば、ただ一点 (λ_0, Y_0) で交わるならば、財・貨幣市場の均衡だけでなく環境均衡も達成されており、「環境マクロ経済均衡」が成立しているのである。Heyes [5] に従い以下の図においては、均衡点において EE 曲線の傾きが IS 曲線の傾きより大きいものとして描かれているが、これは必ずしも不可欠な条件ではない。

第 2 図は、この EE 曲線が右方向へシフトするケースを想定して描かれている。 EE_0 は $\eta < 1$ で $\beta < 1$ のケースの EE 曲線であり、資源利用者や汚染排出者によってすべての社会的費用 (spillover cost) が制度的にも技術的にも負担されていないことを示している。ここでもし最もクリーンな生産技術が採用されていくなれば、生産の技術効率 E は熱力学上の限界のため 1 より小さい値をとらざるをえないとしても、次第に 1 に接近した値となる。 EE_0 曲線は達成可能な最大の生産水準 Y_m においてほぼ垂直となるのである。

$\eta = 1$ で $\beta < 1$ であるような EE 曲線を示しているのが EE_1 である。 EE_0 曲線と EE_1 曲線の唯一のちがいは、資源利用者又は汚染排出者によって枯渇先送りや汚染排出による社会的費用が制度的に完全に負担されていることである。制度的パラメーター η の値の増加は、 EE_0 曲線を右方向へとシフトさせ、実現可能な最大の生産高を Y_m から Y_{\max} に増大させるのである。制度的パラメーター η の値が 1 になるということは、経済活動にともなう環境汚染費用が環境税などによって十分に内部化されるため、より汚染の多い生産技術ほどクリーンな技術に比べてコスト高となってしまうため、コスト削減をめざす生産者はよりクリーンな生産技術の下へと資源を配分させることによって持続可能な生産キャパシティを増加せしめるのである。

一度 $\eta = 1$ が達成された後では、EE 曲線のシフトは技術的パラメーター β の値の増加によってだけ生みだされることになる。この時最終的に第 2 図では、EE 曲線は EE_1 から EE_2 へとシフトし、 $\eta = 1$ で $\beta = 1$ となって、達成可能な最

大の生産高も Y_{\max} から Y_s に増加する。 Y_s 点をこえては長期的にみた自然環境の存続維持水準は保たれず、もはや社会の制度的ないし技術的手段による生産高の増加は環境制約上達成できない。かくして EE 曲線は EE_2 より右方向へは制度的にも技術的にもシフトしえないのであり、点 Y_s は「持続可能な」最大生産水準を示すことになる。

ここで、Heyes と Lawn の両者の論文における異同点についてまとめておこう。

第 1 に、両者は同じく EE 曲線を考えているのであるが、Heyes では技術的パラメーター β が含まれていない。

第 2 に、両者はともに変数 γ と N をパラメーターとみなしていない。しかし、この両変数が増加するならば EE 曲線は右方向にシフトすると考えられ「持続可能な」最大の生産高にも影響するが、その増加スピードは極めてゆるやかであるとして分析から割愛されているのである。

第 3 に、Heyes が指摘する興味深いコンセプトとして「環境のフィードバック効果」がある。ある生産高水準を生みだすために必要となるスループットの全体量が自然環境のキャパシティをこえてしまえば、これまでとは反対に EE 曲線の左方向へのシフトがおりえる。この場合、過大な生産水準によって自然環境の悪化が生みだされ、低エントロピー資源を供給し高エントロピー廃棄物を吸収する自然環境の働きが減退してしまうのであるが、こうした場合の十分な検討はなされていない。

第 4 に、Lawn は EE 曲線を構想するにあたって、Heyes とは異なり「手つかずの」自然資本が生産高拡大によって減少するとしても人工的資本ストックによる代替がなされるという生産技術の可能性を考慮していることが指摘される。

3. IS-LM-EE モデルの比較静学分析

Heyes にはじまり Lawn に至る環境制約 EE 曲線の IS-LM モデルへの導入の試みは、利子率と生産高の 2 変数の変化によって環境マクロ経済均衡点がどのように変化し社会経済システムの調整がなされるのかというモデル分析をおこ

なってはじめて有用性を高める。Lawn は、IS-LM 曲線の交点におけるマクロ経済均衡は市場メカニズムによって自ずと達成可能となると考えている。だが 3 つの曲線の交点＝「環境マクロ経済均衡」が自動的に達成されるわけではないと述べて、その理由を次のように説明している。

マクロ経済活動が EE 曲線より右側にあるような利子率と生産高水準の下でおこなわれているとする（即ち $R > \gamma \cdot N$ である）。マクロ経済活動水準が EE 曲線上まで引き戻されるためには、生産物市場における物質・エネルギーのスループット（投入量）が自然環境の持つ再生能力と廃棄物の吸収能力の範囲内におさまり同率となるまで減少することが必要となる。だが Lawn の考えによれば、たとえ汚染や資源浪費の社会的コスト（spillover cost）が制度的に完全に内部化されて $\eta = 1$ であるとしても、市場メカニズムによってこの減少を達成するのは困難であると判断されるのである。

そもそも、生態学的な「持続可能性」とはスループットの存在可能性に関する問題であって、単なる資源配分問題ではないと考えられねばならないので、「環境マクロ経済均衡」を実現するためには、適切な生態学的税制改革（ecological tax reform ETR）が前提とされねばならない。その上でマクロ経済均衡を EE 曲線と調整するためには、経済システムに流入する資源のフローを生態学的な「持続可能な」率まで制御すると共に、システムに流入した資源のフローを最大限効率的に諸生産活動に配布することが必要である。

こうした 2 つの目的を達成するために考案された制度こそ、グリーンな資源利用を担保する保証債券の導入と利用される資源の取引量に対する許容水準の設定にほかならない。この制度的アプローチによれば、IS-LM-EE モデルにおいて EE 曲線のほうを税制変更によってシフトさせることで全システムの均衡を実現させる立場であり、Lawn のアプローチと呼ばれる。

これに対してマクロ経済と EE 曲線を調整するもう一つのアプローチは IS-LM 量曲線の交点のほうをシフトされて全システムの均衡を実現される立場であり、Heyes のアプローチと呼ばれる。このアプローチがうまく成功するため

には、政策担当者が IS, LM 両曲線をどのように変化させればその交点を EE 曲線上にシフトさせうるかというマクロ経済の調整能力を備えていなければならない。更にまた、モデルの外生変数の変化が IS-LM 均衡に及ぼす影響についても政策担当者は熟知していなければならないが、こうした完全無欠の調整能力を政策担当者が持っていると考えるのは現実的ではない。これが Heyes のアプローチの持つ欠点である。

Lawn のアプローチによれば、利用される資源取引量について許容量が制度的に設定されてそれが「持続可能な」最大量にまっ先に制限されてしまうため、政策担当者に均衡調整能力の必要性は求められず、「環境マクロ経済均衡」はより容易に実現可能であると考えられる。それに加えて、資源のより効率的な配分をもたらすために取引許容量に政策的プレミアムが導入されれば、取引許容量システムの設定という Lawn アプローチはより効果的な EE 曲線の変化を生み出すであろうし、この点がマクロの財政・金融政策に依拠した「環境マクロ経済均衡」の達成において Heyes のアプローチには存在しないもう一つのメリットである。

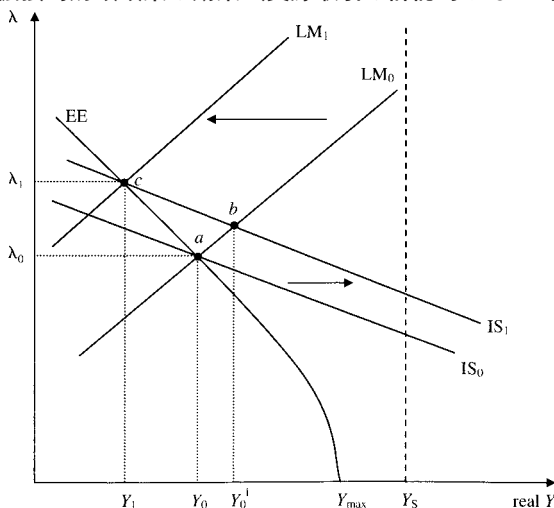
「環境マクロ経済均衡」の達成に向けた 2 つのアプローチ、即ち Heyes のアプローチと Lawn のアプローチを上述のようにあらかじめ区別した上で、Lawn モデル [6] はその IS-LM-EE モデルによる拡張的な財政政策と拡張的な金融政策の比較静学分析をおこなっている。そのための諸仮定としては、次の 4 点があげられている。

第 1 には、政策担当者は全知全能であり、IS-LM 均衡点の EE 曲線上への調整は常に保証されている。

第 2 には、汚染又は廃棄物の同化吸収コストは資源利用者と汚染者によって完全に負担されており、制度的パラメーター $\eta = 1$ である。

第 3 には、景気刺激的で拡張的な財政政策や拡張的な金融政策が採用される時点以前においては、資源節約的又は汚染削減的な技術進歩を示すパラメーター β は 1 より小さく、 $\beta < 1$ である。このことは、拡張的な財政と金融両政策によっ

第3図 拡張的財政政策の効果（資源取引の許認可がない時）



(出所) Lawn [6] P.255 より

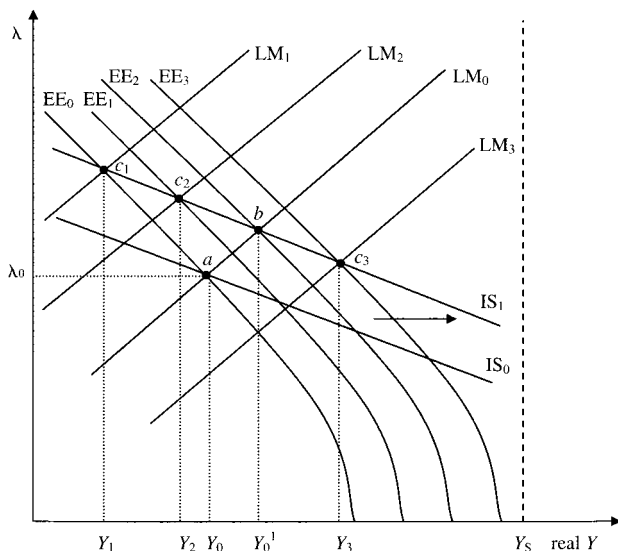
て新たな技術進歩が生まれ、EE 曲線が右方向へシフトしうることを意味している。

第4には、スループットの投入が自然環境の持つ再生力あるいは廃棄物の同化吸収作用を超えてしまうという「生態学上の限界」を上まわってしまう時には、資源投入価格はそれを反映して上昇する。しかし利用される資源について取引量許容制度が導入されているならば、資源の流入フローは「持続可能な」最大の伸び率と同じとなるため、汚染除去又は廃棄物の同化吸収コスト spillover cost を反映して上昇することはない。⁽⁶⁾

こうした仮定の下で、Lawn による IS-LM-EE モデルの比較静学分析を以下にみてみよう。

(6) このことは Lawn のアプローチにおいて、資源価格が一定であることを仮定することになる。この仮定は分析の単純化のための仮定でありある程度の上昇を想定することもできると述べられている。

第4図 拡張的財政政策の効果（資源取引の許認可制度がある時）



(出所) Lawn [6] P.256 より

① 拡張的財政政策のケース

先ず第3図は、Heyesのアプローチ、即ち政策担当者によってIS-LM均衡点がEE曲線上に移動するようなマクロ政策調整がおこなわれることを前提として、拡張的財政政策がIS-LM-EE均衡をもたらす生産高に与える影響を図示したものである。

第3図において、初期の均衡点は (λ_0, Y_0) の組み合わせで示される点 a にある。その後拡張的財政政策によって政府投資 G が増加すれば、IS曲線は IS_1 曲線へと右シフトする。もし環境制約が存在しなければ、新しい均衡点は b となり均衡生産高は Y_0 に増加する。しかしこの新しい経済均衡点は、環境均衡を示すEE曲線より右方向にあり、環境制約を満足していない（即ち $R > r \cdot N$ である）。 $\eta=1$ で $\beta < 1$ と仮定されているから、環境制約を満たすためには技術パラメーター β が変化して、人工的資本による自然資本の補完作用が働き始める

か (Lawn のアプローチ), あるいはまた「手つかずの」自然資本が保全される境界条件 EE 曲線内の保持を腐心する政策担当者の判断によって, ただちに LM 曲線への左シフトすなわち緊縮的金融政策の採用によって補完されること (Heyes のアプローチ) が必要となるのである。 $\eta = 1$ であり自然資本保全の社会的費用が制度的に完全に内部化されている状況の下で環境制約を満たし「手つかずの」自然資本を維持させるためには, 拡張的財政政策の予想される結果を LM 曲線の左シフト (LM_0 から LM_1 への) である緊縮的金融政策によって埋め合わせようとする政策変更が同時におこなわれることを政策担当者に強制するのである。こうして点 b であるかにみえた均衡点は補完的政策調整によって修正されて, 新しい環境マクロ経済均衡を示す点 C が実現されるのである。この点 $C(\lambda_1, Y_1)$ においては, 初期にくらべて環境制約によって実質生産高は減少し, 実質利子率は上昇するのである。

Lawn のアプローチのケースを示す第 4 図では, 点 a から点 b への変化については第 3 図と同じである。だがこの場合には, 拡張的財政政策によって低エントロピーの物質・エネルギーに対する超過需要が生まれるため, 利用される資源について許容量が存在するという Lawn のアプローチの下でも, 買手が値付けする資源価格は上昇することになる。この資源価格の上昇がどれくらい製品価格に転嫁されていくかは, コスト上昇に誘発されるであろう生産過程の資源節約的技術進歩の大きさによって決まるのである。

ここで資源節約的技術進歩がない (即ち技術パラメーター β が一定) という極端な場合を先ず考えてみよう。この場合には 2 方向の変化が生ずると考えられる。先ず第 1 は, EE 曲線が初期水準の EE_0 にとどまったままとなってしまう。さらに第 2 には, 資源投入コストの上昇は製品価格に完全に転嫁されざるをえず, その物価水準 P の上昇は実質貨幣供給額の減少 (即ち M/P の低下) を生みだして, LM の曲線の方を左方向の LM_1 へとシフトさせるのである。環境制約の存在は拡張的財政政策による資源価格増大→物価水準の上昇という変化を通じて, 貨幣市場の均衡化作用を働かせることによって新しい環境マクロ経済

均衡を初期の点 a から第3図と同じく点 C_1 にシフトさせるまで続くことによって、実質生産高も同じく Y_1 に低下させるのである。

次に、資源価格の上昇が拡張的財政政策によってもたらされても、それに伴って誘発的技術進歩が生まれるケースを考えてみる。この場合には EE 曲線は初期の EE_0 から右方向の EE_1 , EE_2 , EE_3 へと同時にシフトしていくのである。だが技術進歩の大きさによって物価水準の上昇が打ち消されて M/P の減少も少なくなり LM 曲線の小さな左シフトをもたらすのであり、この技術進歩によって解消されながらの物価水準の上昇による LM 曲線のシフトは拡張的財政政策をとった時に最大限可能となる環境制約を達成した生産高 Y_2 が実現されるまで続くのである。要するに技術革新による EE_0 から EE_1 へのシフトは LM_0 から LM_2 へのシフトを伴うのである。この場合には、資源節約的技術進歩はそれ程大きくないので、拡張的財政政策にもかかわらず技術進歩によって打ち消されない物価上昇による LM 曲線の左方向へのシフトはかなり大きく、実質生産高の均衡水準は Y_0 から Y_2 に減少してしまうのであるが、技術進歩のないケースの均衡水準 Y_1 よりは大きくなる。 EE_0 から EE_1 に示される技術進歩のある時の拡張的財政政策は、技術進歩で吸収されない物価上昇のもたらす LM 曲線の LM_2 までのシフトを生みだして、新しい環境マクロ経済均衡点 C_2 をもたらすのである。

EE 曲線のシフトで示される技術進歩による価格低下が拡張的財政政策にもとづく価格上昇に丁度等しくなるようなケースでは、拡張的財政政策にもとづく環境マクロ経済均衡点は b となって、実質生産高は Y_0^1 へと少しばかり増加するのである。

さらに資源節約的技術進歩がかなり大きく EE_3 曲線までシフトが生まれるケースでは、資源価格上昇はその技術進歩によって完全に克服されて、実質生産高も Y_3 へと大きく増加することもありうる。

ここで注意されるべきことは、Lawn のアプローチでは利用可能な資源についての許容量認可の制度が存在するのであるから、流入する資源フロー量は常に

「持続可能な」最大量の伸び率以下に制限されると想定されていることになり、EE 曲線と IS 曲線の交点を通る点まで価格のバロメーター機能が働いて環境マクロ経済均衡が新しく実現されることである。技術進歩の向上による EE 曲線のシフト可能性こそ、拡張的財政政策による均衡生産高水準の大きさを左右する要因となるのである。

②拡張的金融政策のケース

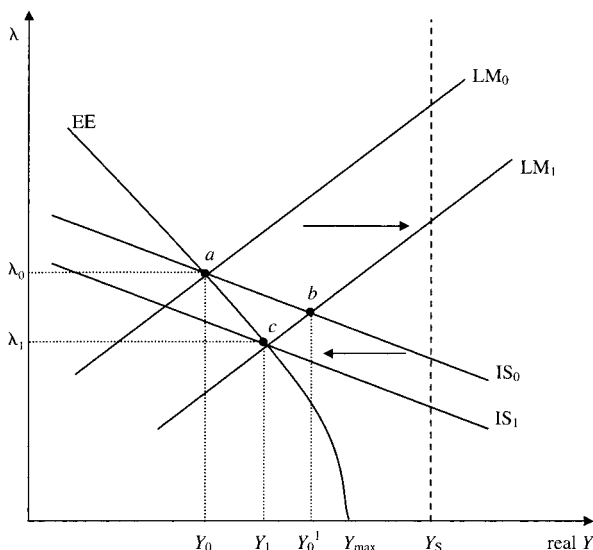
第 5 図と第 6 図は、それぞれ Heyes のアプローチと Lawn のアプローチの下における拡張的金融政策の比較静学分析を示したものである。

第 5 図において、初期の環境マクロ経済均衡点は $a(\lambda_0, Y_0)$ にある。拡張的金融政策によって貨幣供給量が LM_0 から LM_1 へと右シフトすると考える。もし環境制約が存在しなければ、IS-LM 均衡は点 b で達成され実質生産高は Y_0 から Y_0^1 へと増加するはずである。しかしながら点 b は環境制約を満たす IS-LM-EE 均衡ではない。政策担当者が自然資本を手つかずのまま保全する使命をおびて、その調整能力も持っているという Heyes のアプローチの下では、最初の拡張的金融政策はすぐさま緊縮的財政政策による実質生産高削減策によって補完されて IS 曲線は IS_0 から IS_1 へと左シフトされて新しい IS-LM-EE 体系の均衡点 $C(\lambda_1, Y_1)$ が実現されることになる。新しい均衡では、実質利子率は低下し実質生産高は増大するのであり、環境制約のないケースで同等な拡張的金融政策が採られた場合より均衡生産高は小さくなると考えられる（即ち $Y_1 < Y_0^1$ ）。

次に、Lawn のアプローチの下での拡張的金融政策の効果を図示した第 6 図に移ろう。

ここでも技術進歩が全くない場合を先ず想定する。拡張的金融政策によって低エントロピーの物質・エネルギーに対する超過需要とその価格上昇が製品価格の上昇に完全に転嫁されるならば、物価水準の上昇による実質生産高の減少と拡張的金融政策によるその増加が丁度等しくなるまで価格変化の調整作用が働くので（ M の増加と P の増加にともなう M/P の減少は打ち消されて）、新

第5図 拡張的金融政策の効果（資源取引の許認可がない時）

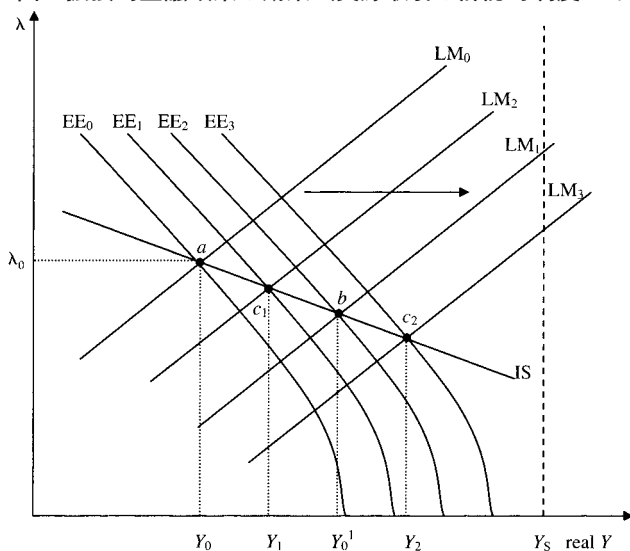


(出所) Lawn [6] P.258 より

しい IS-LM-EE 均衡点は点 $a(\lambda_0, Y_0)$ にフィードバックされてしまい、実質生産高は不変のままである。

次に、初期時点の EE_0 曲線から EE_1, EE_2, EE_3 へとさまざまに技術進歩が生みだされ環境制約が緩和される場合を想定する。一般に技術進歩によって物価水準は低下すると考えられ、実質生産高を増加させ EE 曲線の右シフトを生む。利用される資源について取引許可制度が存在する Lawn のアプローチでは、換言すれば価格がどうあれ流入資源量が常に「持続可能な」最大量に等しくなるように技術進歩が生まれることを意味していることになる。拡張的金融政策は付随的な技術進歩を生みだすことによって、新しい IS-LM-EE 均衡をもたらすのである。 LM_2 への右シフトは、小さな技術進歩である EE_1 への右シフトを生みだして新しい実質生産高を Y_1 に増加させ、同じように LM_3 への右シフトは大きな技術進歩を示す EE_3 への右シフトを生みだすのである。拡張的金融政策によっ

第6図 拡張的金融政策の効果（資源取引の許認可制度がある時）



(出所) Lawn [6] P.258 より

て予想される物価上昇が生まれても、技術進歩さえ大きく実現しえれば、環境制約がない時の初期変化のもたらす均衡生産高 Y_0^1 をも上まわるような実質生産高 Y_2 が実現されるのである（即ち $Y_2 > Y_0^1$ ）。かくして、いかなる技術進歩が生みだされる下で拡張的金融政策が実行されるのかという点こそ、環境マクロ経済均衡分析の焦点となるのである。

3. 分析のまとめと残された課題

このようなモデル分析にもとづいて、Lawn は拡張的財政政策と同等な拡張的金融政策のいずれの手段が、環境マクロ経済均衡（IS-LM-EE 均衡）の実現にとってより優れたものであるかと問うのである。彼の結論は次のようにまとめられよう。

第1に、上の問いに対する回答は、IS 曲線と LM 曲線そして EE 曲線の3つの曲線の傾きの相対的大きさに依存しているのである。Heyes のアプローチであ

れ Lawn のアプローチであれ、第3図から第6図までのモデル分析はすべて EE 曲線の傾きが IS 曲線の傾きより大きいという前提の下で導かれる結論にほかならない。

第2には、その回答が Heyes のアプローチと Lawn のアプローチという差異にも依存していることである。Heyes のアプローチだけに従って、第3図と第5図をくらべて拡張的な両政策の効果の優劣を求めるならば、財政政策が「持続可能な」均衡生産高を低下させてしまうのに対して金融政策の方はその均衡生産高を増加せしめるので、拡張的金融政策の方が優れているとみなすことができる。これに対して Lawn のアプローチに従った場合には、第4図と第6図をくらべても拡張的な財政と金融の両政策の効果は、資源節約的技術進歩の大きさにいかに影響されて比較静学分析の帰結も異なり明確なことは言えなくなる。

第3には、環境問題を取り入れたマクロ経済分析をおこなうにあたっては、財政政策又は金融政策の効果を比較静学的に分析する時でも、経済活動の均衡生産高に対する影響の狭い分析だけでは極めて不十分なのである。Daly [6] も言うように、一国の「厚生」(well-being) はあきらかに経済活動水準から生まれる「持続可能な」経済福祉の水準に依存しているのであり、これをより正しく評価して財政政策や金融政策による影響を求めるとすれば、経済的生産による社会的便益と社会的費用のトータルな比較検討に進まなければならない。生産高水準がたとえ増加したとしても、社会的費用が社会的便益を上まわってしまえば「持続可能な」福祉厚生水準は低下してしまうことも起こりうるのであるから⁽⁷⁾。

また第4には、地球環境問題が大きく取り上げられる今日においては、Lawn 自身が指摘するようにこの拡張された IS-LM モデルは国際貿易の問題を取りこんでいない点でも重要な限界をもっている。しかし、標準的なマクロ IS-LM モデルに国際収支曲線 (BP 曲線) を含めたマンデル・フレミングモデルを用いることによってこれは解決可能となるのであり、資源又は廃棄物の国際貿易によっ

(7) Lawn の著書 [6] は第13章において「持続可能な経済福祉」の最適水準と最大水準についても分析を進めているが本稿では割愛した。

て EE 曲線に右方向のシフトが生まれるものとして対処することができよう。

こうした理論的諸問題に加えて、IS-LM-EE モデルが現実的操作可能性を持つために解決することが必要な問題を少し並べておこう。

標準的な IS-LM モデルに原点に対して凹となるような環境制約を取り入れた点が Heyes と Lawn の大きな功績にほかならないのであるが、IS、LM 両曲線と EE 曲線が実質生産高の同一軸上によって表示されるためには、数量的表示の比率として示される生産プロセスにおける技術的効率 E から導出される環境制約水準の金額表示が必要となってくる。ある程度は環境工学におけるエネルギー原単位の数字を援用してアプローチすることが可能となるであろうが、電力産業だけに限ってみても現在まだ統一されてもいないのであり、これをマクロ的に集計した値を得るためにはより進んだ研究が必要であろう⁽⁸⁾。

このような研究に加えて、マクロの IS-LM 均衡点を EE 曲線上に導くために必要な財政及び金融政策の具体的手段の検討、資源節約的又は汚染削減的な特徴を持つ技術進歩水準の定量的分析、そして最適な IS-LM-EE モデルの初期均衡状態を示す点 (λ_0, Y_0) の発見方法といった研究がなされていかなければならないのである。

参考文献

- [1] Ayres, R (1978). Resources, Environment and Economics. New York, John Wiley & Sons.
- [2] Blanchard, O. and S. Fisher (1989). Lectures on Macroeconomics. Cambridge, MIT Press.
- [3] Daly, H (1981). "Towards an environmental macroeconomics" Land Economics, 67, 255-9.
- [4] Daly, H (1996). Beyond Growth : The economics of Sustainable Development. Boston, Beacon Press. 新田・蔵本・大森訳「持続可能な発展の経済学」みすず書房, 2005 年.
- [5] Heyes, A. (2000). "A proposal for the greening of the textbook macro : IS-LM-EE", Ecological Economics, 32, 1-7.

(8) エネルギー原単位の電力産業における諸問題については [7]

- [6] Lawn, P. (2007). *Frontier Issues in Ecological Economics*. Edward Elgar.
- [7] 田中俊六「温対法と省エネ法の原単位問題」オーム社, 平成 19 年